

## La lutte étagée ciblée : un nouveau programme de protection insecticide en culture cotonnière au Cameroun

J.-P. Deguine, G. Ekukole, E. Amiot

Entomologistes, Institut de la recherche agronomique, CRA Maroua, BP 22 Maroua, Cameroun.

### Résumé

Depuis 1988, des études sont menées au nord du Cameroun sur les programmes de protection générateurs d'économies. Ces programmes sont possibles depuis l'introduction de la technique d'application très bas volume 10 l/ha, à l'eau.

Les résultats présentés concernent le programme sur calendrier le plus prometteur : la lutte étagée ciblée. Dans ce programme, les modalités de traitement sont déterminées à partir d'observations réalisées au champ sur les déprédateurs présents. Les aspects suivants sont examinés : l'efficacité sur les ravageurs,

les économies en quantité de pesticides, les économies monétaires, l'applicabilité en milieu paysan, la mise en place sur le terrain, les observations et les seuils d'infestation.

La lutte étagée ciblée a été pré vulgarisée avec succès sur près de 400 ha en 1990. La SODECOTON (Société de développement du coton du Cameroun) a commencé à vulgariser cette innovation à partir de 1991 sur 3 720 ha. Les surfaces concernées en 1992 dépassent 13 000 ha.

MOTS CLES : cotonnier, programme de protection insecticide, économies, lutte étagée ciblée, Cameroun.

### Introduction

Depuis le milieu des années 70, la protection de la culture cotonnière au nord du Cameroun est pratiquée selon la technique d'application ultra bas volume (UBV), (annexe 1). Le développement de cette technique a permis une augmentation considérable des surfaces traitées (19 % en 1976, 96 % en 1990) et a largement contribué à l'accroissement spectaculaire des rendements pendant cette période (environ 800 kg/ha en 1976 et près de 1 400 kg en 1991).

Cependant, la difficulté de maîtriser efficacement certains ravageurs, en particulier des homoptères dont les populations sont devenues de plus en plus importantes au cours de la dernière décennie, a mis en évidence les faiblesses de l'UBV dans le recouvrement des parties basse et médiane des cotonniers. Pour faire face à ce nouveau problème, les recherches se sont orientées vers la technique de pulvérisation très bas volume (TBV) 10 l/ha à l'eau, compromis entre la pulvérisation UBV et la pulvérisation conventionnelle. La supériorité du TBV ayant été démontrée (LEDERMANN, 1987 ; OUDINOT, 1988), la SODECOTON a rapidement entrepris la pré vulgarisation, puis la vulgarisation de cette nouvelle technique. En 1991, plus de 20 000 ha des surfaces semencées sont traités en TBV.

Parallèlement à cette évolution technique, la situation économique de la filière cotonnière s'est considérablement dégradée depuis 1985 (baisse du cours mondial de la fibre de coton, réduction des subventions aux planteurs). Il devenait, donc, urgent de réduire le prix de revient de cette filière pour assurer aux planteurs une marge suffisante. Dans ce domaine, la technique TBV, testée en premier lieu pour améliorer la qualité du recouvrement, a montré aussi un intérêt indéniable, en permettant l'introduction de programmes de protection générateurs d'économies.

Parmi ceux-ci, le programme dose-fréquence (annexe 1), qui engendre des économies monétaires de l'ordre de 25 à 30 % à l'hectare, a été vulgarisé avec succès sur plus de 10 000 ha en 1990, malgré la surcharge de travail que ce programme implique. En 1991, les surfaces traitées dépassent 13 000 ha.

Le programme sur seuil d'intervention *sensu stricto* (annexe 1), testé en milieu paysan en 1991 sur 10 ha, montre des résultats encourageants pour l'avenir, mais il paraît difficilement vulgarisable à court terme. Il est relativement bien accepté par les planteurs, la protection contre les ravageurs est efficace, et les économies monétaires réalisées peuvent atteindre 65 %.

Les résultats les plus intéressants ont été obtenus avec la lutte étagée, puis la lutte étagée ciblée (annexe 1). Ce type de programme générateur d'économies s'est révélé le plus performant et le plus adapté. Le principe de ce type de programme sur calendrier (6 ou 7 applications tous les 14 jours, la première le 45<sup>e</sup> jour après la levée) est de déterminer les modalités des traitements (choix des matières actives et de leurs doses) à partir d'observations réalisées au champ sur les ravageurs présents.

De 1988 à 1991, les études menées par l'IRA (Institut de la recherche agronomique) sur la lutte étagée ciblée (LEC) ont permis de proposer à la SODECOTON un programme de protection raisonné, économique, efficace, respectueux de l'environnement et vulgarisable dès 1991 (DEGUINE *et al.*, 1990).

Nous présentons ici les résultats de la lutte étagée, puis ceux de la lutte étagée ciblée au Cameroun, de 1988 à 1991.

## Matériel et méthodes

### Définitions

Les définitions et les abréviations des différents programmes sont données en annexe 1. Quelques caractéristiques sont présentées dans le tableau 1.

### Réalisation des traitements

Dans l'ensemble des six études, la protection de la culture est assurée par la technique TBV, avec des formulations en émulsion concentrée (tabl. 2). Tous les traitements comportent des associations de matières actives, trois le plus souvent (tabl. 3).

### Observations

En 1988, l'objectif est de comparer l'efficacité de la lutte étagée à celle du programme vulgarisé. Les observations portent sur des relevés d'insectes vivant en place (chenilles carpophages et phyllophages, pucerons et aleurodes) et sur des dégâts (abscission parasitaire). Ces observations ont lieu une à deux fois par semaine.

En fin de campagne, sont effectuées deux analyses sanitaires, ainsi que la récolte pour comparer les rendements.

TABLEAU 1  
Caractéristiques expérimentales des études.  
*Experimental characteristics of the studies.*

Etude	Programme	Lieu	Dispositif	Condition	Répétitions	Surface
1988 1	Lutte étagée	Pitoa	Essai couple	Milieu contrôlé	10	2500 m <sup>2</sup>
1989 2	Lutte étagée	Gashiga	Non statistique	Milieu réel	-	47 ha
1990 3	Lutte étagée ciblée	Gashiga	Non statistique	Milieu contrôlé	-	26 ha
4	Lutte étagée ciblée	Gashiga	Non statistique	Milieu réel	-	367 ha
1991 5	Lutte étagée ciblée	Gashiga	Non statistique	Milieu contrôlé	-	8 ha
6	Lutte étagée ciblée	Province du Nord	Non statistique	Vulgarisation	-	3720 ha

TABLEAU 2  
Modalités des traitements réalisés en très bas volume (TBV) avec une émulsion concentrée.

*Treatment characteristics carried out with very low volume (VLV) with concentrated emulsion.*

Etude	Matériel	Buse	Rangées traitées	Vitesse d'avancement (m/s)
1	Berthoud C8	Verte	3	1
2	Ulva 8	Grise, puis rouge	3	1
3	Berthoud C7-10	Verte	3	1
4	Ulva +	Rouge	3	1
5	Berthoud C7-10	Verte	3	1
6	Ulva 8 et Berthoud C7-10	Rouge	3	1

En 1989, l'objectif est de vérifier l'efficacité de la lutte étagée par rapport au programme vulgarisé, et de tester son applicabilité sur de grandes surfaces, chez les planteurs. Le bloc est divisé en parcelles de 1 ha et, pour chaque parcelle, on tire un quart (50 m x 50 m) au hasard. Les observations portent sur ces quarts. Elles consistent à dénombrer, sur 25 cotonniers répartis sur une diagonale fictive du quart, les individus ou les dégâts des ravageurs suivants : *Helicoverpa armigera* (Hüb.), *Diparopsis watersi* (Roths.), *Earias* sp., *Sylepte derogata* (F.), *Anomis flava* (F.), *Spodoptera littoralis* (Boisd.), *Aphis gossypii* (Glov.), *Bemisia tabaci* (Genn.) et *Polyphagotarsonemus latus* (Banks.).

Pour chaque cotonnier, on note :

TABLEAU 3

**Matières actives utilisées.****Active ingredients used.**

Etude	Matières actives	Dose normale d'utilisation (g/ha)
1	Cyfluthrine	18
	Profenofos	250
	Omethoate	300
2	Cyfluthrine	18
	Triazophos	250
	Monocrotophos	300
3 et 4	Cyfluthrine	18
	Triazophos	250
	Monocrotophos	250
5	Deltaméthrine	9
	Monocrotophos	250
6	Cyfluthrine	18
	Deltaméthrine	9
	Triazophos	250
	Isoxathion	250
	Monocrotophos	250

- le nombre de larves ou d'œufs de lépidoptères carpophages ;

- la présence de dégâts de lépidoptères phyllophages ou d'acariens ;

- le nombre de feuilles infestées par *A. gossypii* parmi les 5 feuilles terminales bien développées du cotonnier ;

- le nombre de stades fixés de *B. tabaci* sur 6,25 cm<sup>2</sup> d'une feuille prise au hasard sur le cotonnier ; on évalue aussi le nombre d'adultes qui s'envolent lorsqu'on agite le cotonnier.

Les mêmes observations sont réalisées sur les parcelles d'un bloc de culture voisin, considéré comme témoin dans la comparaison.

En 1990, l'objectif est double : affiner les seuils obtenus par des observations très détaillées (étude 3) et prévalgariser la lutte étagée ciblée (étude 4).

Sur le bloc contrôlé, les observations sont réalisées trois fois par semaine. Elles portent sur :

- les chenilles carpophages, nombre de larves sur 25 plantes ;

- les chenilles phyllophages, nombre de feuilles infestées et nombre de larves de *S. derogata* sur 25 plantes ;

- les pucerons, nombre de feuilles infestées par *A. gossypii* parmi 5 feuilles subterminales et 5 feuilles basales des 25 plantes ;

- les aleurodes, nombre de stades fixés de *B. tabaci* sur 6,25 cm<sup>2</sup> d'une feuille prise au hasard sur le cotonnier, ainsi que la cotation d'adultes qui s'envolent lorsqu'on agite le cotonnier ;

- les acariens, présence ou absence d'acariens (à noter lors de l'observation des larves d'aleurodes).

La méthode et la chronologie des observations en milieu réel (prévalgarisation) sont reportées à l'annexe 2.

En 1991, de nouvelles observations sont effectuées pour affiner les seuils et simplifier les observations sur les ravageurs (étude 5). Suite à la prévalgarisation, la lutte étagée ciblée est vulgarisée (étude 6).

Sur le bloc contrôlé, les observations sont réalisées trois fois par semaine. Les observations et les critères sont les mêmes qu'en 1990, à l'exception de *Syllepte derogata* et des stades fixés d'aleurodes. Trois comptage pour *Syllepte derogata* sont effectués sur 25 plantes :

- des feuilles enroulées infestées, sur les parties terminale, médiane et basale des plantes ;

- des larves de *S. derogata* sur les parties terminale, médiane et basale des plantes ;

- des feuilles enroulées mais non infestées (sans larves de *S. derogata*).

Pour les larves d'aleurodes, on compte le nombre de stades fixés sur 6,25 cm<sup>2</sup> d'une feuille prélevée dans les parties terminale, médiane et basale des plantes (3 feuilles par cotonnier, 25 cotonniers observés).

Les observations en milieu réel (vulgarisation) sont détaillées dans l'annexe 2.

**Analyses des résultats**

Dans l'essai statistique, les variables analysées sont le cumul du nombre de chenilles à l'are, le cumul du nombre de boutons ou de capsules troués à l'are, le pourcentage de feuilles infestées par au moins un puceron, le cumul des stades fixés d'aleurodes, les taux de capsules saines et le rendement. Dans le tableau 4 figurent les moyennes non transformées par objet et le F traitement. De plus, les variables ont fait l'objet de transformations ( $\sqrt{}$ , Arcsin $\sqrt{}$ ) dans le but d'homogénéiser les variances.

Pour les essais non statistiques, l'appréciation peut être le résultat de nombreuses visites sur le terrain, et de réactions des planteurs, recueillies après la récolte (prévalgarisation). Mais, le plus souvent, il s'agit de moyennes obtenues à partir de très nombreuses observations systématiques.

**Méthode de calcul des quantités de matières actives et des coûts**

Pour la campagne de 1989, le calcul économique est effectué à partir des données fournies par la SODECOTON pour le programme vulgarisé, et à partir des résultats de l'expérimentation en milieu réel pour la lutte étagée. En 1990 et 1991, toutes les données sont fournies par la SODECOTON.

Il a été tenu compte du coût des matières actives en fonction de leur consommation réelle, du coût des piles qui varie selon les programmes, et de l'amortissement des

TABLEAU 4

Comparaison des résultats obtenus avec la lutte étagée et avec le programme vulgarisé (étude 1, à Pitoa, en 1988).

*Comparison of the results obtained with staggered control and the conventional programme (study 1, Pitoa, 1988).*

Variable	Boutons floraux troués à l'are	Capsules trouées à l'are	Larves de Syllepte à l'are	Feuilles infestées par des pucerons %	Analyse sanitaire en vert	Analyse sanitaire à maturité	Rendement (kg/ha)
Programme vulgarisé	23,2	7,5	120,3	8,7	82,9	87,8	2746,2
Lutte étagée	17,7	11,5	53,1	10,9	32,4	38,8	2596,2
F traitement	2,62	0,18	N.a.	4,19	0,19	0,58	0,50
Coefficient de variation	29,3	77,4		12,3	3,2	3,1	17,7
Transformation	√	√		Arcsin√	Arcsin√	Arcsin√	-
Nombre d'observations	9	9	9	13	1	1	1

Les valeurs présentées sont les moyennes brutes, alors que l'analyse de variance a été faite sur les valeurs transformées.

*The values shown are raw means, whereas the analysis of variance was carried out using transformed values.*

appareils. On a tenu compte également, pour la lutte étagée ciblée (1990), de la rémunération des observateurs.

Le programme vulgarisé, pris en référence, est celui du sud de la zone cotonnière. Il comprend 6 à 7 applications, une tous les 14 jours : la première a lieu le 45<sup>e</sup> jour après la levée. Les traitements sont réalisés en UBV 1 l/ha, alternativement à base de pyrèthrinolide seul ou d'association pyrèthrinolide-organophosphoré (acaricide ou aphicide).

### Mise en place sur le terrain

La démarche suivie dans le cadre de la prévulgarisation de 1990 s'est révélée satisfaisante : elle a été proposée pour la mise en place de la lutte étagée ciblée en 1991 et les années suivantes.

### Choix des associations villageoises autogérées (AVA)

Plusieurs critères sont pris en compte pour le choix des associations villageoises autogérées (AVA) : le secteur SODECOTON où le TBV est vulgarisé, la réputation de l'AVA, la réceptivité des planteurs, la personnalité du secrétaire responsable des observations et des traitements, etc.

Le choix de l'AVA est effectué par secteur, pendant la saison sèche. Si la surface de l'AVA dépasse 30 à 100 ha, deux secrétaires sont nécessaires.

### Formation des secrétaires

Les secrétaires des AVA retenues suivent une formation spécifique (principe, observations, seuils et calculs des modalités de traitement).

### Repérage des blocs

Après les levées, en début de campagne, un plan des blocs est réalisé par le chef de zone et le secrétaire. Si le nombre de blocs dépasse 6, il faut alors regrouper deux ou plusieurs blocs (proches les uns des autres) pour en constituer virtuellement un seul.

Dans la comparaison des protections en 1989 (étude 2), le témoin est un bloc de culture voisin, de 19 ha, dont les conditions culturales sont identiques.

### Choix des quarts d'observations

Sur le plan, chaque bloc est quadrillé en hectares et chaque hectare en quarts. Pour chaque hectare, un quart tiré au hasard reste quart d'observation pour toute la campagne. Il y a donc autant de quarts d'observation que d'hectares de coton. Les quarts mal entretenus ou semés tardivement sont exclus du tirage au sort.

Sur le plan, les quarts d'observation sont numérotés. Sur le terrain, ils sont repérés par des piquets.

### Calendrier des traitements et des observations

La direction de l'assistance rurale de la SODECOTON établit, en début de campagne, un calendrier des périodes de traitement. Le chef de zone définit, ensuite, un calendrier journalier des applications pour tous les blocs de l'AVA, en collaboration avec le secrétaire. Parallèlement, le chef de zone définit un calendrier des observations qui doivent avoir lieu la veille des traitements.

Si un bloc a une superficie supérieure à 15 ha et s'il n'y a qu'un seul secrétaire dans l'AVA, les observations

peuvent durer deux jours : il faut le prendre en compte dans l'établissement du calendrier, de même qu'il faut repérer les jours fériés ou de marché.

#### Observations sur les ravageurs (annexe 2)

Les observations ont lieu en une journée, exceptionnellement deux dans le cas de grands blocs. Les fiches d'observations sont remplies au champ.

#### Définition des modalités de traitement

Les totaux des fiches des quarts d'un même bloc sont reportés sur une fiche d'infestation de bloc. La moyenne des résultats est alors calculée (en divisant les totaux de tous les résultats par le nombre de quarts du bloc).

Ce sont ces moyennes par critère qui sont comparées

aux seuils d'infestation de référence. Les modalités de traitement sont notées dans le cahier de traitement.

#### Réalisation des traitements

Le jour du traitement (le lendemain des observations), le secrétaire effectue les dosages d'insecticides et les mélanges de bouillie, en fonction des modalités calculées. Le reste des opérations est semblable au travail de routine.

Lorsque les observations indiquent que tous les seuils d'infestation sont atteints, il convient d'utiliser deux organophosphorés (un acaricide et un aphicide) : le mélange comprend une demi-dose de chacune des deux matières actives.

Dans l'étude 2, le bloc témoin est traité en TBV, selon le programme dose-fréquence.

## Résultats

#### Efficacité contre les ravageurs

En 1988, les résultats de l'étude montrent une efficacité comparable à celle du programme vulgarisé (tabl. 4). En 1989, l'étude de lutte étagée, sur 47 ha, confirme les résultats précédents (fig. 1).

En 1990, en lutte étagée ciblée, la protection sur 367 ha se révèle extrêmement satisfaisante, selon l'appréciation des paysans et de l'encadrement. Les données des obser-

vations, recueillies en fin de campagne sur 367 ha, confirment de manière objective cette bonne protection. Les infestations dues aux ravageurs se trouvent, le plus souvent, en-dessous des seuils retenus pour un traitement (tabl. 5).

Dans l'ensemble, les résultats obtenus en lutte étagée sont au moins aussi bons que ceux des programmes comparables vulgarisés.

TABLEAU 5  
Infestations et traitements (Gashiga, 367 ha, 1990).  
Infestations and treatments (Gashiga, 367 ha, 1990).

	Chenilles carpophages		<i>Sylepte derogata</i>		Pucerons		Aleurodes (adultes)		Aleurodes (larves)	
	Seuil* larves	Situations (n)	Seuil* feuilles infestées	Situations (n)	Seuils* feuilles infestées	Situations (n)	Seuil* somme des cotations	Situations (n)	Seuils* larves	Situations (n)
Traitement à pleine dose		6	-	-		16	-	-		0
	6				50				250	
Traitement à demi-dose		134		0				0		0
			125		19		50		150	
Pas de traitement	-	-		140		79		140		140

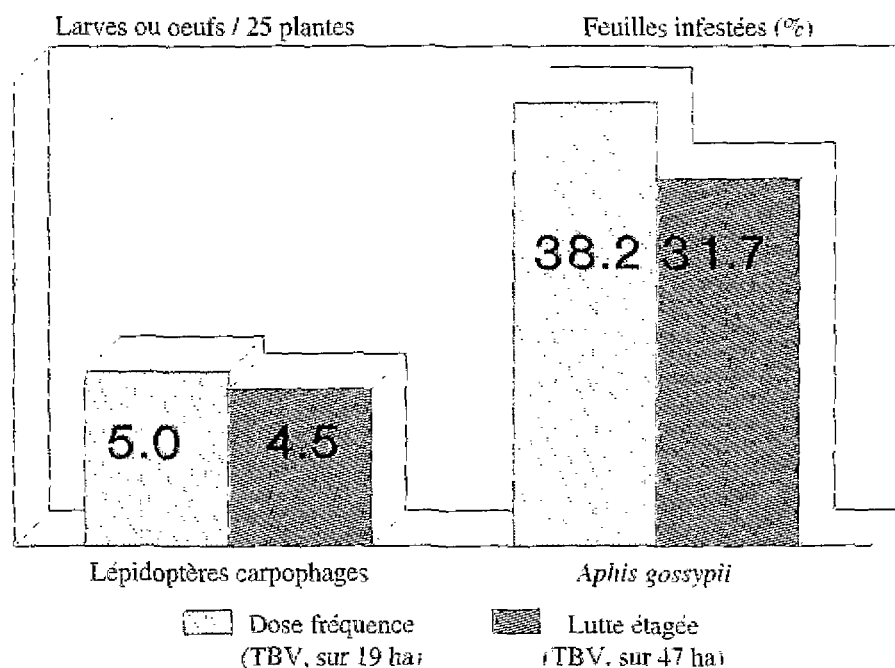
(\*) Les observations se rapportent à 25 cotonniers.

(\*) The observations cover 25 cotton plants.

En 1991, la vulgarisation de la lutte étagée ciblée confirme l'efficacité d'un tel programme. Les rendements dans la région de Touboro (Sud-Est Bénoué), où la pression parasitaire a été particulièrement forte, semblent

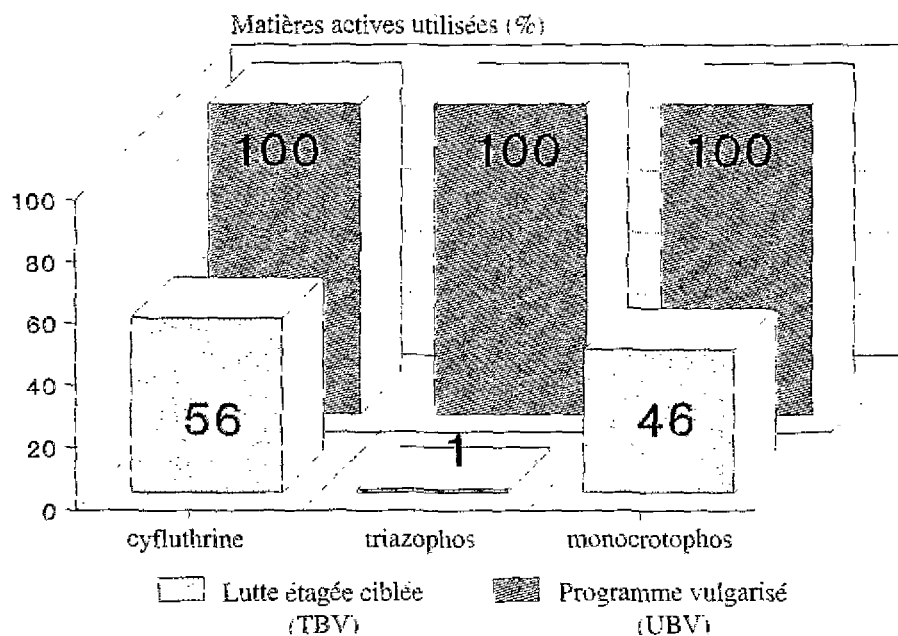
montrer de meilleurs résultats en lutte étagée ciblée que dans le cas du programme classique ou du programme dose-fréquence (tabl. 6).



**Figure 1**

Infestations et type de protection, dose-fréquence ou lutte étagée (Gashiga, 1989).

*Infestations and type of protection, dose frequency or staggered control (Gashiga, 1989).*

**Figure 2**

Economies en matières actives réalisées avec le programme de lutte étagée ciblée, en référence au programme vulgarisé (Gashiga, 367 ha, 1990).

*Active ingredient savings made with the targeted staggered control programme, with reference to the conventional programme (Gashiga, 367 ha, 1990).*

TABLEAU 6

**Rendement moyen des marchés de la région de Touboro, par type de traitement, en 1991.**

*Mean yields for markets in the Touboro region per type of treatment, in 1991.*

Traitements	Nombre de marchés	Rendement moyen (kg/ha)
UBV 1 l/ha	98	1130
TBV D.F. 10 l/ha	103	1161
TBV L.E.C. 10 l/ha	12	1226

D.F., programme dose-fréquence.  
L.E.C., lutte étagée ciblée.

L'explication serait la recrudescence d'*Helicoverpa armigera*, enregistrée en fin de campagne dans la région. En effet, en lutte étagée ciblée, les doses de pyréthrinoides ont pu être adaptées en conséquence (une dose complète, le plus souvent). Par contre, *H. armigera* occasionne de

graves pertes dans les champs traités en UBV 1 l/ha. En outre, avec la protection dose-fréquence, des traitements en fin de campagne n'ont pas été faits (10 traitements au total, en moyenne sur la région).

### Economies réalisées

#### *Economies en quantité de matières actives*

Les économies en quantité de matières actives, réalisées par rapport au programme vulgarisé, sont consignées dans le tableau 7. L'économie ne peut dépasser 50 % : il y a toujours une demi-dose utilisée par mesure de sécurité : cependant pour l'aphicide et l'acaricide, elle peut être beaucoup plus importante.

Les économies réalisées en 1990 et 1991 sont les plus réalistes. La figure 2 représente la consommation des trois types de matières actives, en 1990.

TABLEAU 7

**Economies de matières actives réalisées en lutte étagée ciblée (en pourcentage par rapport au programme vulgarisé).**

*Active ingredient savings made with targeted staggered control (as a percentage compared to the conventional programme).*

Année	Etude	Pyréthrinoides	Organophosphorés acaricides	Organophosphorés aphicides
1988	1	41	30	50
1989	2	32	50	45
1990	3	48	100	50
1990	4	44	99	54
1991	5	50	100	24
1991	6	46	0	48

### Economies monétaires

Les économies monétaires réalisées par rapport au programme vulgarisé en UBV sont très importantes : 30 % en lutte étagée en 1989, 50 % puis 55 % en lutte étagée ciblée en 1990, puis 1991. La figure 3 illustre les économies réalisées en 1991 dans la province nord et la figure 4 celles réalisées pendant les 3 années. La différence de coût, pour le programme vulgarisé, entre 1989 et les 2 années suivantes s'explique essentiellement par la suppression du dernier traitement. Pour la lutte étagée ciblée, il a été tenu compte, dans le calcul du coût, de l'indemnité versée aux personnes effectuant les observations. On peut remarquer, sur les années 1990 et 1991, l'étonnante stabilité des économies monétaires permises par la lutte étagée ciblée.

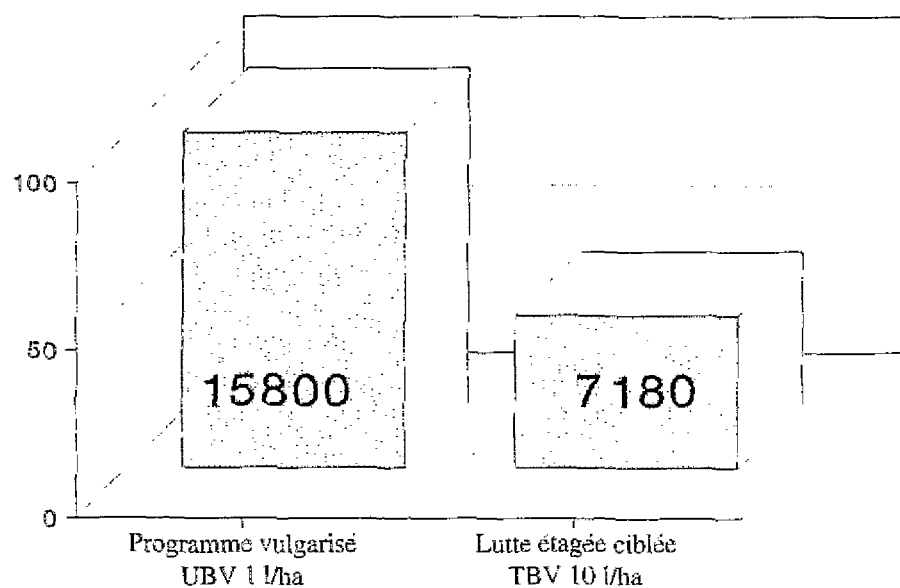
### Acceptabilité en milieu paysan

La lutte étagée ciblée est bien adaptée aux conditions de la culture cotonnière, telle qu'elle est pratiquée au nord du Cameroun.

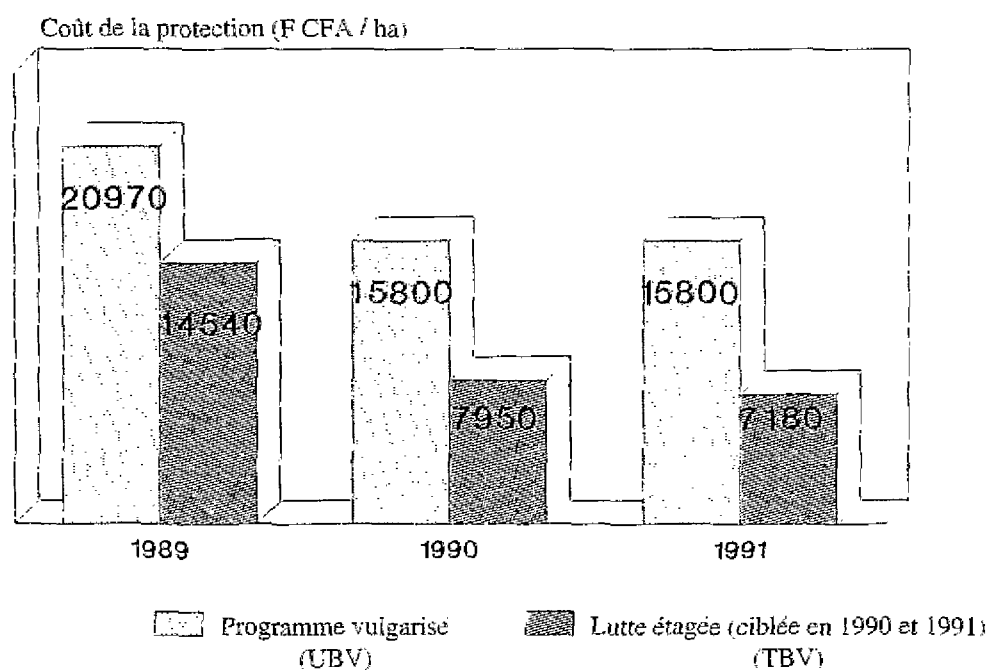
Les structures de la SODECOTON sont performantes. Même si l'encadrement de base (moniteurs) est en nette diminution, le relais est pris depuis quelques années par les associations villageoises autogérées (AVA), au sein desquelles les responsables sont souvent des personnes motivées.

Sur le plan entomologique, la pression des ravageurs est faible à modérée : l'incidence moyenne des ravageurs sur la production est de l'ordre d'un tiers, ce qui réduit considérablement les risques de mauvaise protection. De plus, les principaux ravageurs considérés sont facilement observables (absence de chenilles endophages). La seule difficulté, l'utilisation d'une loupe pour les observations des acariens et des larves d'aleurodes, est aisément surmontable.

D'un point de vue psychologique, la lutte étagée ciblée reçoit un accueil très favorable de la part des planteurs. En premier lieu, le fait de connaître à l'avance les dates des traitements est à leurs yeux essentiel. La qualité de la



**Figure 3**  
Coût de la protection, en FCFA et en pourcentage (province nord).  
*Cost of protection, in CFA F and as a percentage (Nort province).*



**Figure 4**  
Economies monétaires réalisées avec le programme de lutte étagée, par rapport au programme vulgarisé.  
*Financial savings made with the staggered control programme compared to the conventional programme.*



protection est aussi appréciée des utilisateurs. Par ailleurs, par rapport au programme dose-fréquence utilisé en TBV, une nette diminution de la charge de travail et du temps de traitement est enregistrée. Enfin et surtout, l'économie

monétaire réalisée (forfait insecticide à moitié prix par rapport aux traitements UBV, en 1990 et 1991) représente, dans la conjoncture actuelle, l'élément d'acceptabilité le plus important.

## Discussion

### Critères d'observations

Les critères d'observation pour les chenilles carpophages, les pucerons et les aleurodes, déterminés avant 1990, sont satisfaisants.

Pour *Syllepte derogata*, c'est le nombre de feuilles enroulées infestées qui se révèle être le critère le plus adapté. D'une part, il tient compte de la présence effective des larves (ce dont ne tient pas compte le nombre de feuilles enroulées). D'autre part, il est beaucoup plus rapide et plus simple de compter les feuilles enroulées infestées par au moins une larve, que de dénombrer les larves de *Syllepte derogata* sur l'ensemble de la plante.

Cependant, si le critère d'observation est satisfaisant, il faut s'interroger sur la représentativité de la diagonale de 25 cotonniers pour un ravageur comme *S. derogata*. En effet, les infestations sont parfois très localisées et échappent à l'observation. Une autre méthode d'échantillonnage, uniquement pour ce ravageur, est à l'étude en 1992.

Pour les pucerons, les observations de 5 feuilles basales des cotonniers donnent des résultats extrêmement corrélés à ceux obtenus à partir d'observations classiques (5 feuilles subterminales) : le niveau d'infestation y est simplement plus élevé que dans les parties terminales du cotonnier. On peut donc se contenter d'observer les feuilles subterminales.

Les deux observations sur les aleurodes doivent être conservées. Celle sur les adultes est très rapide et peut donner de précieux renseignements sur les infestations futures par les larves. Celle sur les larves est nécessaire, car c'est le stade larvaire qu'il convient de détruire en vue de la réduction du potentiel de collage. De plus, ces deux observations ne sont guère corrélées entre elles.

Par ailleurs, il apparaît que noter la présence d'acariens, juste après le dénombrement à la loupe des larves d'aleurodes, est une opération aisée et rapide. Cette observation peut paraître secondaire dans les nombreuses zones où l'acariose est absente, mais elle permet de surveiller un ravageur qui peut devenir important dans les autres régions.

Les méthodes et la chronologie des observations sont données en annexe 2.

### Représentativité des échantillons observés

#### Représentativité du quart d'observation

Le choix d'un quart d'observation par hectare est opportun : il s'agit de l'entité paysanne. Réduire ce ratio serait risqué dans la majorité des cas.

Il ne nous semble pas indiqué de réduire ce ratio de 25 % dans la majorité des cas. En revanche, dans le cas de grands blocs (50 à 150 hectares), tels qu'on peut en rencontrer dans certaines régions (ouest de Garoua et Touboro), il est possible de réduire ce ratio à environ 15 %. Prendre un quart d'observation pour 1,5 ou 2 hectares est une possibilité qu'il conviendrait d'étudier à l'avenir.

#### Représentativité des 25 cotonniers

À l'origine, le choix de 25 cotonniers par quart d'observation est empirique. Nos observations de terrain montrent que ce nombre donne néanmoins une image relativement bonne de l'infestation du quart, si on considère la diagonale.

Cette constatation est valable pour tous les ravageurs observés, notamment pour les chenilles carpophages. Observer 25 cotonniers permet d'obtenir une nette corrélation entre la réalisation d'un traitement aux pyréthrinoides et la réduction des populations de chenilles carpophages. La même remarque peut être faite à propos des observations sur les pucerons.

Des études annexes ont été faites pour tenter de réduire les observations de 25 à 20 cotonniers. Les 120 modalités de traitement, utilisées en 1990 par l'ensemble des associations villageoises autogérées pour traiter selon la lutte étagée ciblée, ont été reconsidérées en supprimant systématiquement les résultats de 5 cotonniers. Trois méthodes de suppression ont été envisagées :

- A, suppression des cotonniers n° 1, 2, 23, 24 et 25 ;
- B, suppression des cotonniers n° 10, 11, 12, 13 et 14 ;
- C, suppression des cotonniers n° 5, 10, 15, 20 et 25.

Les résultats sont donnés dans le tableau 8. Il apparaît que sur 360 situations, les doses de pyréthrinoides et les modalités d'utilisation de l'organophosphoré aphicide ne sont modifiées que 5 fois. Le taux de modification des modalités est donc de 1,4 %, aussi bien à propos du pyréthrinoides que de l'aphicide.

TABLEAU 8

Evolution des modalités de traitement après réduction des échantillons d'observation de 25 à 20 cotonniers.

*Changes in treatment principles after reducing observation samples from 25 to 20 cotton plants.*

Situation		Carpophages		Pucerons	
Méthode	Nombre	Modalités inchangées	Modalités changées	Modalités inchangées	Modalités changées
A	120	118	2	120	0
B	120	118	2	117	3
C	120	119	1	118	2
Total	360	355	5	355	5

Méthode A : suppression des cotonniers n° 1, 2, 23, 24 et 25 ;

Méthode B : suppression des cotonniers n° 10, 11, 12, 13 et 14 ;

Méthode C : suppression des cotonniers n° 5, 10, 15, 20 et 25.

Method A: excluding plants 1, 2, 23, 24 and 25;

Method B: excluding plants 10, 11, 12, 13 and 14;

Method C: excluding plants 5, 10, 15, 20 and 25.

Il semble donc possible, dans les situations où les observations sont rendues plus difficiles (c'est notamment le cas de la province de l'extrême nord où les blocs sont plus petits et plus dispersés, et où des travaux culturaux supplémentaires sont à considérer), de réduire le nombre de cotonniers observés par quart de 25 à 20 (tabl. 8).

#### Commentaires sur les seuils de référence et les modalités de traitements

Les résultats d'infestation sont calculés bloc par bloc et critère par critère, en faisant la moyenne des totaux de chaque quart d'observation. Les seuils de référence auxquels doivent être comparés les résultats d'infestation d'un bloc et qui ont été retenus pour l'avenir, à partir des observations de 1990, sont donnés en annexe 3. Ils sont variables selon les numéros de traitement. Les critères considérés sont valables pour 25 cotonniers (moyenne pour un quart).

#### Utilisation du pyréthrinoloïde

Pour les chenilles carpophages, qui sont les ravageurs les plus dangereux, un seul seuil d'infestation fixé à 6 larves (toutes espèces confondues) pour 25 cotonniers permet de choisir entre la demi-dose et la pleine dose de pyréthrinoloïde. Il y a toujours au moins une demi-dose qui représente la «sécurité» de la lutte étagée ciblée.

#### Utilisation de l'organophosphoré acaricide

Les modalités relatives à l'utilisation de l'acaricide tiennent compte des observations sur *S. derogata* et sur les acariens.

*S. derogata* est contrôlé par des doses peu élevées d'organophosphorés acaricides (100 g/ha de triazophos par exemple ; SILVIE, 1990). Le seuil permettant de choisir entre zéro ou la demi-dose est fixé à 75 feuilles enroulées et infestées par au moins une larve de *Syllepte* pour 25 cotonniers pour les deux premiers traitements, et

à 100 feuilles pour les autres traitements, ce qui correspond à 3 ou 4 feuilles enroulées et infestées par cotonnier.

Les acariens sont, au Cameroun, des ravageurs sans grande incidence économique à l'heure actuelle, mais ils nécessitent une surveillance. Ils sont plus dangereux en début qu'en fin de campagne. Les seuils du choix entre zéro, la demi-dose ou la pleine dose sont de 3 ou 5 feuilles infestées pour 25 cotonniers pour les deux premiers traitements, soit des taux d'infestation de feuilles de 12 ou 20 %. Pour les deux traitements suivants, on utilise au plus une demi-dose d'acaricide, si le seuil dépasse 5. Pour les traitements de fin de campagne, on ne tient plus compte des observations sur les acariens (on considère qu'ils ne sont plus dangereux pour la production).

#### Utilisation de l'organophosphoré aphicide

Les modalités tiennent compte des observations sur les pucerons et les aleurodes (adultes et larves).

Les pullulations de pucerons en début de campagne peuvent provoquer une perte de récolte, ce qui n'est pas le cas de celles en milieu et fin de campagne. Les seuils considérés sont donc plus faibles en début de campagne. Ils sont de 19 et 31 pour les deux premiers traitements, au lieu de 38 et 63 pour les autres, et permettent de choisir entre zéro, la demi-dose ou la pleine dose d'aphicide. Ces seuils correspondent à des infestations de feuilles de 15 ou 25 % (deux premiers traitements) et de 30 ou 50 % (traitements suivants).

Il n'est pas tenu compte des observations sur les aleurodes (adultes et larves) pour les deux premiers traitements.

Par la suite, le seuil retenu pour les aleurodes adultes quant à l'utilisation d'une demi-dose d'organophosphoré aphicide est de 50, soit une cotation moyenne de 2. Une pleine dose n'est jamais déterminée à partir des observations sur les aleurodes adultes.

Les larves d'aleurodes sont de redoutables ravageurs en fin de campagne (excrétion de miellars). Pour les traitements 3 et 4, si le seuil de 200 (8 larves en moyenne sur 6,25 cm<sup>2</sup>) est atteint, une demi-dose d'aphicide doit être utilisée. Pour les derniers traitements, la demi-dose est employée si l'infestation est comprise entre 150 et 200. Au delà, c'est la pleine dose qu'il convient d'utiliser.

## Autres résultats

### *Utilisation des seuils comme méthode d'appréciation du parasitisme*

Les différents seuils d'infestation définis permettent d'adapter les modalités de la protection à l'entomofaune présente.

Les responsables de la SODECOTON peuvent désormais utiliser ces seuils pour apprécier rapidement l'état sanitaire d'un champ. Pour cela, il suffit de faire le même type d'observations que dans le cadre de la lutte étagée ciblée. Les résultats comparés aux seuils permettent de connaître les problèmes phytosanitaires de la parcelle en question (25 cotonniers sont observés en 30 min).

### *Respect de l'environnement*

La lutte étagée ciblée assure un bon respect de l'environnement. Elle permet de réduire de façon significative la pollution en diminuant les quantités de pesticides épanchés sur l'ensemble de la zone cotonnière. D'autre part, l'utilisation ciblée de pesticides, à des doses raisonnables, respecte mieux la faune auxiliaire.

Cet aspect doit être pris sérieusement en considération par les agents du développement.

### *Recommandations aux agents du développement*

Deux conditions sont nécessaires à la réussite de la vulgarisation de la lutte étagée ciblée. Elles concernent la formation et le suivi.

## Formation

La formation peut s'effectuer en 5 étapes.

. Pour les cadres de la DAR (Direction de l'assistance rurale) de la SODECOTON, elle peut être dispensée par l'IRA, à l'occasion des sessions de recyclage de ces cadres en fin de campagne.

. Pour les cadres de la DAR concernés (chefs de région ou de secteur, formateurs et animateurs), une formation plus approfondie peut être faite par l'IRA, dans chaque région choisie pour la lutte étagée ciblée.

. Pour des chefs de zone et des secrétaires des AVA intéressées, cette formation ne relève plus de l'IRA. Elle peut être transmise par les formateurs et les animateurs aux chefs de zone et secrétaires.

. Pour les chefs de secteur, à l'occasion des réunions fin juin, des séances peuvent être organisées sur la lutte étagée ciblée entre les différents partenaires (IRA et SODECOTON).

. Pour terminer la formation, les agents de la SODECOTON peuvent entreprendre des «essais à blanc» en juillet, juste avant les premiers traitements. Ces essais peuvent porter sur les observations et le calcul des modalités de traitement.

## Suivi

Ce suivi, destiné à éviter ou limiter au maximum les erreurs, relève tout particulièrement de la SODECOTON. Il faut insister sur sa nécessité, surtout la première année de vulgarisation. Sur le terrain, ce suivi représente en fait le travail de routine de la DAR, mais il doit absolument être privilégié et effectivement réalisé. Il s'agit pour les chefs de région, de secteur ou de zone, les formateurs et les animateurs d'effectuer des visites régulières sur place, de contrôler l'état sanitaire des parcelles, de vérifier la bonne compréhension du programme par le secrétaire, de contrôler la pertinence des diverses décisions prises par les planteurs.

## Conclusion

Quatre années d'expérimentation, dans différentes conditions expérimentales et entomologiques, ont permis de montrer l'intérêt du programme de lutte étagée ciblée au Cameroun. Ce programme s'est révélé être adapté, efficace, bien accueilli par le paysannat, très économique et respectueux de l'environnement. Mais sa réussite est liée à des efforts de formation et de suivi des utilisateurs.

En 1992, plus de 13000 ha ont été traités en TBV selon ce programme, pour la première fois en Afrique franco-

phone. La SODECOTON prévoit déjà son extension pour les années à venir.

La lutte étagée ciblée n'est toutefois qu'une étape entre le programme sur calendrier classique, qui a fait ses preuves depuis plus de 20 ans, et le programme sur seuil d'intervention *sensu stricto*, testé depuis 1991, et qui pourrait devenir à long terme le programme raisonné à proposer au développement.

## Références bibliographiques

- DEGUINE J.-P., EKUKOLE G. et DUPRE E., 1989.- Rapport annuel d'entomologie coton. Tome 2 : expérimentation en milieu réel. Doc. *CIRAD-IRCT* (non publié), 14 p.
- DEGUINE J.-P., EKUKOLE G. et FREULARD J.M., 1990.- Rapport annuel d'entomologie coton. Tome 2 : la lutte étagée ciblée. Doc. *CIRAD-IRCT* (non publié), 21 p.
- DEGUINE J.-P., EKUKOLE G. et AMIOT E., 1991.- Rapport annuel de la section d'entomologie coton. Doc. *CIRAD-IRCT* (non publié), 46 p.
- LEDERMANN S., 1987.- Expérimentation en milieu réel sur la protection phytosanitaire du cotonnier au nord du Cameroun. Mémoire de fin d'étude, *CNEARC*, Montpellier, France, 50 p.
- LOUDINOTO., 1989.- Expérimentation sur la technique de pulvérisation très bas volume 10 l/ha à l'eau en culture cotonnière au nord du Cameroun. Mémoire de fin d'étude, *CNEARC*, Montpellier, France, 64p.
- SILVIE P., 1990.- *Sylepte derogata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera, Pyraloidea, Crambidae, Spilomelinae). *Coton Fibres Trop.*, 45, 3, 119-227.
- SODECOTON-DAR, 1989, 1990, et 1991. - Rapports annuels d'activité.

## Annexes

## Annexe 1 : définitions

## Programme en ultra bas volume 1l/ha

Programme de protection sur calendrier dont les traitements sont réalisés tous les 14 jours en ultra bas volume (UBV) 1 l/ha, avec des formulations UL («ultra low») prêtes à l'emploi. Il est aussi appelé programme classique ou programme vulgarisé.

## Programme en dose-fréquence

Programme de protection sur calendrier avec une augmentation de la fréquence des traitements et une réduction des doses. Les traitements sont réalisés chaque semaine en très bas volume (TBV) 10 l/ha avec un tiers de la dose prévue dans le programme classique en UBV 1 l/ha.

## Programme en lutte étagée

Programme de protection sur calendrier où les doses de

matières actives à utiliser sont déterminées après les observations au champ sur les ravageurs. Les traitements sont réalisés en TBV 10 l/ha. Les types de matières actives sont déterminés à l'avance, pour chaque traitement.

## Programme en lutte étagée ciblée

Programme de protection sur calendrier où le choix des matières actives et celui des doses sont faits après les observations au champ sur les ravageurs. Les traitements sont réalisés tous les 14 jours en TBV 10 l/ha, le lendemain des observations.

Programme sur seuil d'intervention *sensu stricto*

Programme de protection où les dates d'application, les matières actives et les doses sont déterminées après les observations au champ sur les ravageurs.

TABLEAU 9

Caractéristiques des programmes de protection ; F, fixé à l'avance ; D, déterminé à partir des observations.

Characteristics of the protection programmes ; F = fixed in advance ; D = determined following observations.

Programme	Technique d'application	Dates de traitement	Type de matières actives	Doses de matières actives
Classique	UBV	F	F	F
Dose-fréquence	TBV	F	F	F
Lutte étagée	TBV	F	F	D
Lutte étagée ciblée	TBV	F	D	D
Seuil d'intervention	TBV	D	D	D

## Annexe 2 : méthode et chronologie des observations

### Méthode d'observation

Les observations sont réalisées la veille du traitement sur chacun des quarts d'observation du bloc. On considère une diagonale fictive sur laquelle on prend, au hasard, 25 cotonniers. Sur chacune de ces 25 plantes, on effectue les observations suivantes.

#### . Chenilles carpophages

On dénombre les larves présentes (espèces confondues : *Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi*, *Earias* spp).

#### . *Syllepte derogata*

On compte les feuilles enroulées et infestées par au moins une larve de *Syllepte derogata*.

#### . Pucerons

On dénombre les feuilles infestées par au moins un puceron, parmi les 5 feuilles subterminales.

#### . Aleurodes

Pour les adultes, on secoue le cotonnier et on estime le nombre de mouches blanches qui s'envolent :

- 0, pas de mouches blanches ;
- 1, quelques mouches blanches ;
- 2, beaucoup de mouches blanches ;
- 3, un gros nuage de mouches blanches.

Pour les larves, on examine à la loupe la face intérieure d'une feuille prélevée dans la partie médiane du cotonnier. La loupe portative utilisée délimite une aire d'observation de 6,25 cm<sup>2</sup>, dans laquelle on dénombre les stades fixés d'aleurodes.

#### . Acariens

Dans la même aire que celle de l'observation des larves d'aleurodes, on note la présence (1) ou l'absence (0) d'acariens.

### Ordre chronologique et durée des observations

Les observations sur chaque cotonnier sont réalisées dans l'ordre suivant : aleurodes adultes, larves d'aleurodes, acariens, pucerons, chenilles carpophages et *Syllepte*.

Le temps nécessaire pour observer 25 cotonniers est de l'ordre de 30 minutes.

## Annexe 3 : seuils de référence

Les critères d'observation suivants sont pris en compte avant d'effectuer les traitements.

. **Chenilles carpophages (CC)**, nombre de larves (3 espèces confondues) pour 25 cotonniers.

. ***Syllepte* (Sy)**, nombre de feuilles enroulées et infestées par au moins une larve pour 25 cotonniers.

. **Pucerons (Pu)**, nombre de feuilles infestées parmi les 5 feuilles subterminales de 25 cotonniers.

#### . Aleurodes

- adultes (Aa), somme des cotation de 25 cotonniers ;

- larves (Al), nombre de larves sur 6,25 cm<sup>2</sup> pour 25 feuilles (25 cotonniers).

. **Acariens (Ac)**, somme des feuilles infestées (sur 6,25 cm<sup>2</sup>) pour 25 cotonniers.

TABLEAU 10

Abaque d'aide à la décision d'intervention.

Table for treatment decision-making.

Pyréthrinocide			Organophosphoré acaricide			Organophosphoré aphicide		
T1 et T2	CC < 6 ■		Sy < 75 ■	Ac < 3 ■		Pu < 19 ■	Ne pas tenir	Ne pas tenir
	CC ≥ 6 ■		Sy ≥ 150 ■	3 ≤ Ac < 5 ■		19 ≤ Pu < 31 ■	tenir	tenir
				Ac ≥ 5 ■		Pu ≥ 31 ■	compte de Aa	compte de Al
T3 et T4	CC < 6 ■		Sy < 100 ■	Ac < 3 ■		Pu < 38 ■	Aa < 50 ■	Al < 200 ■
	CC ≥ 6 ■		Sy ≥ 100 ■	Ac ≥ 5 ■		38 ≤ Pu < 63 ■	Aa ≥ 50 ■	Al ≥ 200 ■
						Pu ≥ 63 ■		
T5, T6 et T7	CC < 6 ■		Sy < 100 ■	Ne pas tenir		Pu < 38 ■	Aa < 50 ■	Al < 150 ■
	CC ≥ 6 ■		Sy ≥ 100 ■	compte de Ac		38 ≤ Pu < 63 ■	Aa ≥ 50 ■	150 ≤ Al < 200 ■
						Pu ≥ 63 ■		Al ≥ 200 ■

Tn, traitements  
Matière active :  
— Non utilisée  
■ Demi-dose  
■ Dose complète

CC, chenilles carpophages  
Sy, *Syllepte derogata*  
Ac, acariens  
Aa, aleurodes adultes  
Pu, pucerons  
Al, larves d'aleurodes

Tn, treatments  
Active ingredient:  
— Not used  
■ Half-dose  
■ Full dose

CC, boll worms  
Sy, *Syllepte derogata*  
Ac, spider mites  
Aa, white fly adults  
Pu, aphids  
Al, white fly larvae



## Targeted staggered control: a new insecticide programme on cotton in Cameroon

J.-P. Deguine, G. Ekukola, E. Amiot

### Abstract

Since 1988, studies have been underway in northern Cameroon on cost-cutting protection programmes, made possible by the introduction of the very low volume technique 10 l/ha, using water.

The results described were obtained by the most promising scheduled programme: targeted staggered control. In this programme, treatment principles are determined based on field observations on the pests present. The following aspects are covered in this note: effectiveness against pests, savings in terms

of the quantity of pesticides applied, financial savings, applicability in a smallholder environment, field implementation, observations and infestation rates.

Targeted staggered control was successfully launched on almost 400 ha in 1990. SODECOTON (Société de développement du coton au Cameroun) began to extend this innovation in 1991 (3,720 ha). The areas involved in 1992 exceeded 13,000 ha.

**KEYWORDS:** cotton plant, insecticide protection programme, savings, targeted staggered control, Cameroon.

### Introduction

Since the mid-1970s, cotton protection in northern Cameroon has used the ultra low volume (ULV) technique. The development of this technique has led to a considerable increase in areas treated (19% in 1976, 96% in 1990) and has made a major contribution to the spectacular yield increases over this period (from around 300 kg in 1976 to almost 1,400 kg in 1991).

However, the difficulty of effectively controlling certain pests, particularly homopterans, whose population levels have become increasingly high over the past decade, revealed one of the weak points of the ULV technique: cover of the middle and lower parts of cotton plants. In response to this problem, research shifted towards the water-based very low volume (VLV) spraying technique (10 l/ha), a compromise between ULV and conventional spraying. Once the superiority of VLV was demonstrated (LEDERMANN, 1987; OUDINOT, 1988), SODECOTON lost no time in the launching, and extension of the new technique. In 1991, more than 20,000 ha of the areas sown were treated using the VLV technique.

Alongside this technological development, the economic situation in the cotton sector has considerably worsened since 1985 (fallen world cotton fibre prices, reduction in farmers' subsidies). It was therefore urgent to reduce cost

in the commodity channel to guarantee growers a sufficient profit margin. In this respect, VLV, initially tested to improve the degree of cover, also proved its unquestionable merits, making it possible to introduce cost-cutting protection programmes.

These included the dose-frequency programme (definition, annex 1), which leads to financial savings of 25 to 30% per hectare and was successfully extended on more than 10,000 ha in 1990, despite the extra workload it involves. In 1991, more than 13,000 ha were treated.

The intervention threshold programme in its strictest sense (definition, annex 1), tested on 10 ha of smallholdings in 1991, gave promising results for the future, but would apparently be difficult to extend in the short term. It meets with relatively widespread approval from farmers, protection against pests is effective and the financial savings achieved can reach 65%.

The most promising results were obtained with staggered, then targeted staggered control (definition, annex 1). This cost-cutting programme proved the most effective and the most appropriate. The basic principle of this scheduled programme (6 or 7 applications at fortnightly intervals, starting 45 days after emergence) is to determine

treatment principles (choice of active ingredients and doses) based on field observations on the pests present.

From 1988 to 1991, studies carried out by IRA (Institut de la recherche agronomique) on targeted staggered control (TSC) made it possible to propose a rational, economical, effective, environment-friendly programme to

SODECOTON, suitable for extension from 1991 onwards (DEGUINE *et al.*, 1990).

The results of staggered control, then of targeted staggered control in Cameroon from 1988 to 1991 are given below.

## Material and methods

### Definitions

The definitions and abbreviations of the various programmes are given in annex 1, with a few characteristics in table 1.

### Treatment techniques

For all six studies, crop protection was ensured by the VLV technique, using emulsified concentrates (table 2). All the treatments used generally three compounds of active ingredients, (table 3).

### Observations

In 1988, the aim was to compare the effectiveness of staggered control with that of the conventional programme. Observations included records of the insects found on site (boll worms and leaf-eating caterpillars, aphids, white flies) and damage (abscission by parasites). These observations were carried out once or twice a week. At the end of the season, two phytosanitary analyses were carried out, along with harvesting to compare yields.

The aim in 1989 was to check the effectiveness of staggered control compared to the conventional programme and to test its applicability on large areas of farmers' field. Each block was split into 1-ha plots, and for each plot, a square (50 m x 50 m) was taken at random for observation. The observations consisted in recording, on 25 cotton plants along a theoretical diagonal of the square, the number of individuals of or damage due to the following pests: *Helicoverpa armigera* (Hüb.), *Diparopsis watersii* (Roths.), *Earias* sp., *Syllepte derogata* (F.), *Anomis flava* (F.), *Spodoptera littoralis* (Boisd.), *Aphis gossypii* (Glov.), *Bemisia tabaci* (Genn.) and *Polyphagotarsonemus latus* (Banks).

The following details were noted for each cotton plant:

- the number of boll worm larvae or eggs
- the existence of leaf-eating lepidopteran or spider mite damage
- the number of leaves infested by *A. gossypii* amongst the five well-developed terminal leaves of the plant
- the number of fixed *B. tabaci* instars on 6.25 cm<sup>2</sup> of a leaf taken at random on the plant; the number of adults that fly away when the plant is shaken is also estimated.

The same observations were carried out in plots in a neighbouring block taken as a control.

The aim in 1990 was a dual one: to define the thresholds obtained more precisely by highly detailed observations (study 3) and to launch targeted staggered control (study 4).

Observations were carried out three times a week in the monitored block, concerning:

- boll worms: number of larvae on 25 plants
- leaf-eating caterpillars: number of leaves infested and number of *S. derogata* larvae on 25 plants
- aphids: number of leaves infested by *A. gossypii* amongst of the five sub-terminal and five basal leaves of 25 plants
- white flies: number of fixed instars of *B. tabaci* on 6.25 cm<sup>2</sup> of a leaf taken at random on the cotton plant, along with an estimate of the number of adults that fly away when the cotton plant is shaken
- spider mites: existence or absence of spider mites (noted when observing white fly larvae).

Field observation methods and schedules (launch) are given in annex 2.

In 1991, further observations were carried out to define thresholds even more precisely and simplify pest observations (study 5). Following the launch, targeted staggered control was extended (study 6).

Observations were carried out three times a week in the monitored block. The observations and criteria were the same as in 1990, with the exception of *Syllepte derogata* and the fixed aleurode instars.

Three *Syllepte derogata* counts were carried out on 25 plants:

- infested folded leaves in the terminal, middle and basal parts of the plants
- *S. derogata* larvae on the terminal, middle and basal parts of the plants
- folded but not infested leaves (without *S. derogata* larvae).

For white fly larvae, the number of fixed instars on 6.25 cm<sup>2</sup> of a leaf taken from the terminal, middle and basal parts of the plants was counted (3 leaves per plant, 25 plants observed).

The field observations (extension) are described in annex 2.

### Analysis of results

In the statistical trial, the variables analyzed were the cumulated number of caterpillars per are, the cumulated number of pierced buds and capsules per are, the percentage of leaves infested by at least one aphid, the cumulated number of fixed white fly instars, the percentage of healthy bolls and yields. Table 4 gives the untransformed means per treatment, F treatment values (Ft) and the coefficient of variation (c.v.). The variables were transformed ( $\sqrt{}$ , Arc sine  $\sqrt{}$ ) in order to homogenize the variance.

For the non-statistical trials, the appreciation sometimes resulted from numerous field visits and grower reactions, recorded after harvesting (pre-extension), but was generally based on the means obtained from the vast number of systematic observations.

### Method for calculating quantities and costs of active ingredients

For the 1989 season, the economic calculation was based on data provided by SODECOTON for the conventional programme and on the results of field trials for staggered control. In 1990 and 1991, all the data were provided by SODECOTON.

Active ingredient costs based on actual consumption, battery costs, which vary from programme to programme, and apparatus amortization were taken into account. The wages paid to observers were also taken into account for targeted staggered control (1990).

The conventional programme, taken as a reference, was that implemented in the South of the cotton growing zone. It comprised 6 to 7 applications at fortnightly intervals, starting 45 days after emergence, carried out at ULV, 1 l/ha, alternating pyrethroid alone and a pyrethroid-organophosphate compound (acaricide or aphicide).

### Field implementation

The method adopted during the launching in 1990 proved satisfactory and was proposed for the implementation of targeted staggered control in 1991 and subsequent years.

### Choice of self-managed smallholder associations (SMSA)

Several criteria were taken into account when choosing self-managed smallholder associations (SMSA): the

SODECOTON sector where VLV was extended, the SMSA's reputation, farmer enthusiasm, the personality of the secretary in charge of observations and treatments, etc.

An SMSA was chosen for each sector, during the dry season. If the area covered by the SMSA exceeded 80 to 100 ha, two secretaries were required.

### Secretary training

The secretaries of the SMSAs chosen were given specific training (principle, observations, treatment principle calculations and thresholds).

### Block identification

After emergence, at the start of the season, a block map was drawn up by the zone manager and the secretary. If the number of blocks exceeded six, two or more (neighbouring) blocks were grouped together to form a single theoretical block.

In the comparison of protection in 1989 (study 2), the control was a neighbouring 19-ha block in which cropping conditions were identical.

### Choice of observation squares

On the map, each block was split into 1-ha squares and each hectare split into quarters. For each hectare, one quarter was drawn at random and became the observation square for the whole of the season. There were therefore as many observation squares as hectares of cotton. Squares sown late or where upkeep was unsatisfactory were excluded from the draw.

The observation squares were numbered on the map and identified with stakes in the field.

### Treatment and observation schedules

The SODECOTON rural assistance division drew up a treatment schedule at the start of each season. The zone manager then established a daily application schedule for all the SMSA blocks, in conjunction with the secretary, in parallel with the observation schedule (observations had to take place the day before treatments). If blocks covered more than 15 ha and if the SMSA only had one secretary, observations were spread over two days: this had to be taken into account when drawing up schedules, as well as public holidays and market days.

### Pest observations (annex 2)

These lasted one day (rarely two, in the case of large blocks). The observation sheets were filled out in the field.

### Definition of treatment principles

The totals from the observation square sheets were

entered on a block infestation sheet. The mean of the results was calculated (by dividing the totals of all the results by the number of observation squares in the block).

It was these means (for each criterion) that were compared to the reference infestation thresholds. The treatment principles were then noted in the treatment record book.

### Treatment implementation

On the day of the treatment (the day after the observa-

tions), the secretary measured out the insecticide doses and mixtures according to the principles calculated. The rest of the operation was the same as with the conventional programme.

In cases where observation (all threshold attained) prompted the use of two organophosphates, an acaricide and an aphicide, a mixture half-dose each of two active ingredients was therefore used.

In study 2, the control block was treated using the VLV, according to the dose-frequency programme.

## Results

### Effectiveness against pests

In 1988, the results of the study (table 4) showed that effectiveness was comparable to that of the conventional programme. In 1989, the staggered control study, on 47 ha, confirmed these results (fig. 1).

In 1990, with targeted staggered control, the protection provided on 367 ha proved extremely satisfactory, according to smallholders and their supervisors. The observation data gathered at the end of the season for 367 ha provided objective confirmation of this effective protection. Pest infestation was generally below the thresholds adopted for treatment (table 5).

On the whole, the results obtained with staggered control were at least as good as and comparable to conventional programmes.

In 1991, the extension of targeted staggered control confirmed the effectiveness of such a programme. The yields obtained in the Touboro region (southeast Bénoué), where pest pressure was particularly high, seemed to show better results for the TSC programme than for the conventional or dose-frequency programmes (table 6).

The explanation for this is the outbreak of *H. armigera* observed in the region at the end of the season. With targeted staggered control, pyrethroid doses were adjusted in line with population levels (generally a full dose), whereas *H. armigera* caused heavy losses in the fields treated with ULV 1 l/ha and with dose-frequency, there were no applications at the end of the season (a total of 10 treatments on average for the region).

### Savings made

#### Active ingredient quantity savings

Active ingredient quantity savings in relation to the conventional programme are shown in table 7. In the case of pyrethroid, savings can never exceed 50% (a half-dose is always used as a safety measure), which is not the case with the aphicide and the acaricide.

The savings made in 1990 and 1991 are the most realistic. Figure 2 shows consumption of the three types of active ingredients in 1990.

#### Financial savings

The financial savings made from 1989 to 1991 were considerable: 30% for staggered control, 50% for targeted staggered control and 45% for targeted staggered control for each year respectively, compared to the conventional ULV programme. Figure 3 shows the savings made in 1991 in North province, and figure 4 those for all three years. The difference in costs for the conventional programme between 1989 and the following two years can essentially be put down to the fact that the last treatment was abandoned. The wages paid to observers were taken into account when calculating costs for the targeted staggered programme. The amazing stability of the financial savings made with targeted staggered control in 1990 and 1991 are worth noting.

#### Acceptability in the smallholder environment

Targeted staggered control is appropriate to the conditions for cotton growing as practised in North Cameroon.

On the one hand, SODECOTON's structures are efficient. Although basic-level supervision (monitors) has decreased markedly, self-managed smallholder associations (SMSA) have taken over in recent years, and those in charge are often highly motivated.

Furthermore, from an entomological point of view, pest pressure is moderate to low (average pest impact on production of around a third), which considerably reduces the risks of poor protection. The main pests in question are also easy to observe (no endophagous caterpillars). The only difficulty - the need to use a magnifying glass to observe white fly larvae and spider mites - is easily overcome.

From a psychological point of view, targeted staggered control is very well received by smallholders.



Firstly, the fact of knowing treatment dates in advance is essential as far as they are concerned. The quality of the protection provided is also appreciated. Furthermore, there is a marked reduction in workload and treatment times compared to the VLV dose-frequency programme.

Lastly, and most important, the financial savings made (insecticide costs halved in 1990 and 1991 in relation to ULV treatments) are the major acceptability criterion in the current situation.

## Discussion

### Observation criteria

The observation criteria determined before 1990 for boll worms, aphids and white flies are satisfactory.

For *Syllepte derogata*, the number of folded leaves infested proved to be the most appropriate criterion. On the one hand, it takes account of the effective presence of larvae (which the number of folded leaves does not take into account). On the other hand, it is much faster and simpler to count the number of folded leaves infested by at least one larva than to count the number of *S. derogata* larvae on the plant as a whole. However, although the observation criterion is satisfactory, questions should be asked as to whether the diagonal row of 25 cotton plants is representative for a pest such as *S. derogata*. In fact, infestations are sometimes highly concentrated in one area and go unnoticed. Another sampling method for this pest alone was studied in 1992.

For aphids, observing five basal leaves on cotton plants gives results very closely correlated to those obtained with conventional observations (five sub-terminal leaves): infestation levels are merely higher than in the terminal parts of the plant. It is therefore sufficient to consider sub-terminal leaves.

The two observations on white flies should be maintained. The one on adults is very rapid and can provide valuable information on future larval infestations. The one on larvae is necessary, as it is the larval instars that should be destroyed to reduce stickiness potential. There is little correlation between these two observations.

In addition, the existence of spider mites can easily and rapidly be determined just after counting the number of white fly larvae under a magnifying glass. This observation may seem to be of secondary importance in the many zones not affected by spider mites, but it makes it possible to monitor a pest that may become significant in other regions.

Observation methods and schedules are given in annex 2.

### Representativeness of the samples observed

#### Representativeness of the observation plots

The choice of one observation plot - a quarter - per hectare is appropriate, as it corresponds to a smallholder unit. Reducing this ratio would be risky in most cases.

We do not feel it would be wise to reduce this 25% ratio in most cases. However, in the case of large cotton blocks (50 to 150 ha) such as those found in certain regions (West of Garoua and Touboro), it can be reduced to around 15%. The possibility of taking one observation square for every 1.5 to 2 ha could be looked at in future.

#### Representativeness of 25 cotton plants

Initially, the choice of 25 cotton plants per observation square was empirical. Our field observations showed that this number provides a relatively accurate picture of infestation in the square, if the diagonal is considered.

This assertion is valid for all the pests observed, particularly for boll worms. Observing 25 plants makes it possible to obtain a clear correlation between pyrethroid treatments and the reduction in boll worm populations. The same can also be said for aphid observations.

Further studies were carried out in an attempt to reduce observations from 25 to 20 plants. The 120 treatment regimes used in 1990 by all the different self-managed smallholder associations as part of a targeted staggered treatment programme were reconsidered, systematically excluding the results for five cotton plants. Three exclusion methods were envisaged:

- A. excluding plants 1, 2, 23, 24 and 25
- B. excluding plants 10, 11, 12, 13 and 14
- C. excluding plants 5, 10, 15, 20 and 25.

The results are given in table 8. Out of 360 sites, pyrethroid doses and the methods for using the organophosphate aphicide were only modified five times. The rate of modification of treatment principles was therefore 1.4% for both pyrethroid and the aphicide.

It would therefore be possible, at sites where observations are more difficult (particularly in the far North, where cotton blocks are smaller and more widely scattered, and where the additional work should be taken into consideration), to reduce the number of cotton plants to be observed in each observation square from 25 to 20 (table 7).

#### Comments on the reference thresholds and treatment principles

The infestation results were calculated block by block and criterion by criterion, taking the mean of the totals for each observation square. The reference thresholds to



which the infestation results for a block are compared and which have been chosen for the future, based on the 1990 observations, are given in annex 3. They vary depending on the treatment numbers. The criteria considered apply to 25 cotton plants (mean per square).

### *Use of pyrethroid*

For boll worms, which are the most dangerous pests, a single infestation threshold - 6 larvae (of any mixture of species) for 25 cotton plants - is used to choose between a half-dose and a full dose of pyrethroid. There is always at least a half-dose, which is the «safety measure» in targeted staggered control.

### *Use of an organophosphate acaricide*

The principles for using an acaricide take account of *S. derogata* and spider mite observations.

*S. derogata* is controlled by low organophosphate acaricide doses (for example 100 g/ha of triazophos) (SILVIE, 1990). The threshold applied to choose between zero and a half-dose is 75 folded leaves infested by at least one *Syllepte* larva for 25 cotton plants for the first two treatments and 100 leaves for subsequent treatments, which correspond to 3 or 4 folded, infested leaves per plant.

Spider mites do not currently have a major economic impact in Cameroon, but they should be monitored. They are more dangerous at the beginning than at the end of the season. The thresholds applied to choose between 0, a half-dose or a full dose are 3 or 5 infested leaves for 25 cotton plants for the first two treatments, i.e. leaf infestation rates of 12 or 20%. For the following two treatments, a half-dose of acaricide at most is used, if the number exceeds 5. For treatments at the end of the season, spider mite observations are no longer taken into account (spider mites are no longer considered a threat to production).

### *Use of an organophosphate aphicide*

The principles take account of observations on aphids and white flies (adults and larvae).

Aphid outbreaks at the start of the season can cause yield losses, which is not the case with outbreaks towards the middle and end of the season. The thresholds considered are therefore lower at the start of the season. They are 19 and 31 for the first two treatments, as against 38 and 63 for subsequent treatments, and there is a choice of 0, a half-dose or a full dose of acaricide. These thresholds correspond to leaf infestation rates of 15 or 25% (first two treatments) and 30 or 50% (subsequent treatments).

Observations on white flies (adults and larvae) are not taken into account for the first two treatments.

Subsequently, the threshold adopted for using a half-dose of organophosphate aphicide against adult white flies is 50, i.e. an average count of 2. The use of a full dose is never decided on according to observations of adult white flies.

White fly larvae are formidable end-of-season pests (honeydew excretion). For treatments 3 and 4, if the threshold of 200 (an average of 8 larvae on 6.25 cm<sup>2</sup>) is reached, a half-dose of aphicide should be used. For the last treatments, a half-dose is used if the infestation rate is between 150 and 200. Beyond this number, a full rate is applied.

## **Other results**

### *Use of thresholds to assess pest infestation*

The different infestation thresholds defined make it possible to adapt protection methods to the entomofauna found on site.

Those in charge at SODECOTON are now in a position to use these thresholds to rapidly assess the pest situation of a field. It is sufficient to carry out the same type of observations as under targeted staggered control. When compared with the thresholds, the results provide a picture of the pest problems in the plot in question (25 cotton plants are observed in 30 min.).

### *Targeted staggered control and the environment*

Targeted staggered control is environment-friendly. It enables a significant reduction in pollution by reducing the amounts of pesticides applied in the cotton-growing zone as a whole. Furthermore, the targeted use of pesticides, at rational doses, helps to preserve useful fauna.

This aspect should be considered carefully by development agents.

### **Recommendations to development agents**

There are two preconditions to be satisfied if extending targeted staggered control is to be successful: training and monitoring.

### *Training*

This can be carried out in five stages:

- training for senior staff from DAR (Direction de l'assistance rurale - rural assistance directorate) at SODECOTON could be provided by IRA during briefing sessions at the end of the season.

- more in-depth training for the relevant DAR senior staff (regional or sector managers, training and supervisory staff) could be provided by IRA in each region chosen for targeted staggered control.

- for zone managers and the secretaries of the SMSAs involved, training would not be provided by IRA, but by training and supervisory staff.

- for sector managers, sessions on targeted staggered control could be organized by the different partners (IRA and SODECOTON) during the meetings scheduled for the end of June.

- to finish off training operations, SODECOTON agents could undertake «dummy trials» in July, just before the first treatments. These trials could cover observations and calculation of treatment principles.

### Monitoring

Monitoring, to prevent or limit errors as far as possible, is SODECOTON's responsibility. Its necessity is worth stressing, particularly during the first year of extension. Field monitoring is in fact what is routinely carried out by the DAR, but it is important to take particular care to ensure that it is done correctly. The regional, sector or zone managers and training and supervisory staff should make regular field visits, check the phytosanitary condition of the plots, ensure that the secretary clearly understands the programme, check that treatment principles are calculated correctly, etc.

## Conclusion

Four years of experiments under different experimental and environmental conditions have demonstrated the merits of the targeted staggered programme in Cameroon. This programme has proved appropriate and effective and is largely accepted by smallholders, highly economical and environment-friendly. However, its success depends on efforts being made to train and supervise those involved.

In 1992, more than 13,000 ha were treated at VLV using the programme, for the first time in French-speaking

Africa. SODECOTON is already planning to extend the programme in the years to come.

Targeted staggered control is only an intermediate measure between the conventional scheduled programme, which has proved its effectiveness over the past twenty years or more, and the intervention threshold programme in its strictest sense, tested since 1991, which could in the long term become the rational programme proposed to developers.

## Annexes

### Annex 1: definitions

#### Ultra low volume 1 l/ha programme

Scheduled protection programme with fortnightly treatments at ultra low volume (ULV), 1 l/ha, with ready-to-use UL (ultra low) formulas. It is also called conventional or extended programme.

#### Dose-frequency programme

Scheduled protection programme with increased treatment frequency and reduced doses. Treatments are weekly, at very low volume (VLV), 10 l/ha, with a third of the dose laid down in the conventional ULV 1 l/ha programme.

#### Staggered control programme

Scheduled protection programme in which the active ingredient doses to be used are determined following field observations on pests. Treatments are carried out at VLV, 10 l/ha. The types of active ingredients are determined in advance for each treatment.

#### Targeted staggered control

Scheduled protection programme where the choice of active ingredients and doses is determined following field observations on pests. Treatments are fortnightly, at VLV, 10 l/ha, the day after the observations.

#### Intervention threshold programme in its strictest sense

Protection programme where treatment dates, active ingredients and doses are determined following field observations on pests.

### Annex 2: observation method and schedule

#### Observation method

Observations are carried out the day before treatment in each of the observation squares in a block. A theoretical diagonal is considered, along which 25 cotton plants are taken at random. The following observations are carried out on each of the 25 plants:

- **Boll worms**

The larvae present are counted (all species: *Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi*, *Earias* spp.).

- ***Syllepte derogata***

The number of folded leaves infested with at least one *Syllepte derogata* larvae is counted.

- **Aphids**

The number of leaves out of the five sub-terminal leaves infested with at least one aphid is counted.

- **White flies**

For adults, the cotton plants is shaken and the number of white flies that fly away is estimated:

0: no white flies

1: a few white flies

2: many white flies

3: a large cloud of white flies.

For larvae, a leaf is taken from the middle part of the cotton plant. A portable magnifying glass is placed on the underside of the leaf, covering an observation area of around 6.25 cm<sup>2</sup>. The number of fixed aleurode instars in the area is counted.

- **Spider mites**

The presence (1) or absence (0) of spider mites in the same observation area as for aleurode larvae is also noted.

### Chronological order and duration of observations

The observations on each cotton plants are carried out in the following order: adult aleurodes, aleurode larvae, spider mites, aphids, boll worms and *Syllepte*.

It takes around 30 minutes to observe 25 cotton plants.

### Annex 3: reference thresholds

The following observation criteria are taken into account before treatment:

- **Boll worms** (CC), number of larvae (3 different species combined) for 25 cotton plants.

- ***Syllepte*** (Sy), number of folded leaves infested with at least 1 larva for 25 cotton plants.

- **Aphids** (Pu), number of infested leaves amongst the five sub-terminal leaves for 25 cotton plants.

- **White flies:**

- adults (Aa), sum of the counts for 25 cotton plants

- larvae (Al), number of larvae on 6.25 cm<sup>2</sup> for 25 leaves (25 cotton plants).

- **Spider mites** (Ac), total number of infested leaves (on 6.25 cm<sup>2</sup>) for 25 cotton plants.

## Control específico por niveles: un nuevo programa de protección insecticida en cultivo algodónero en Camerún

J.-P. Deguine, G. Ekukole, E. Amiot

### Resumen

Desde 1988, se llevan a cabo en el norte de Camerún estudios sobre los programas de protección generadores de ahorros, que son posibles desde que se introdujo la técnica de aplicación muy bajo volumen: 10 l/ha de agua.

Los resultados presentados aquí se refieren al programa de calendario más prometedor: el control específico por niveles. En este programa, las formas de tratamiento se determinan en función de observaciones realizadas en el campo de los depredadores presentes. Se abordan los aspectos siguientes:

eficacia en los organismos dañinos, ahorros cuantitativos de pesticidas esparcidos, ahorros monetarios, aplicabilidad en medio campesino, implantación en el terreno, observaciones y umbrales de infestación.

El control por niveles tuvo una buena difusión previa en casi 400 ha en 1990. La SODECOTON (Sociedad de desarrollo del algodón de Camerún) comenzó a difundir esta innovación en 1991, en 3720 ha. Las superficies utilizadas en 1992 superaron las 13 000 ha.

**PALABRAS CLAVE:** algodónero, programa de protección insecticida, ahorros, control específico por niveles, Camerún.